

# TREATMENT DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD AND METHOD FOR TREATING BODY TO BE TREATED

**Patent number:** JP7249586  
**Publication date:** 1995-09-26  
**Inventor:** ARASAWA MASAJI; others: 03  
**Applicant:** TOKYO ELECTRON LTD; others: 01  
**Classification:**  
 - international: H01L21/205; H01L21/3065  
 - european:  
**Application number:** JP19940162706 19940620  
**Priority number(s):**

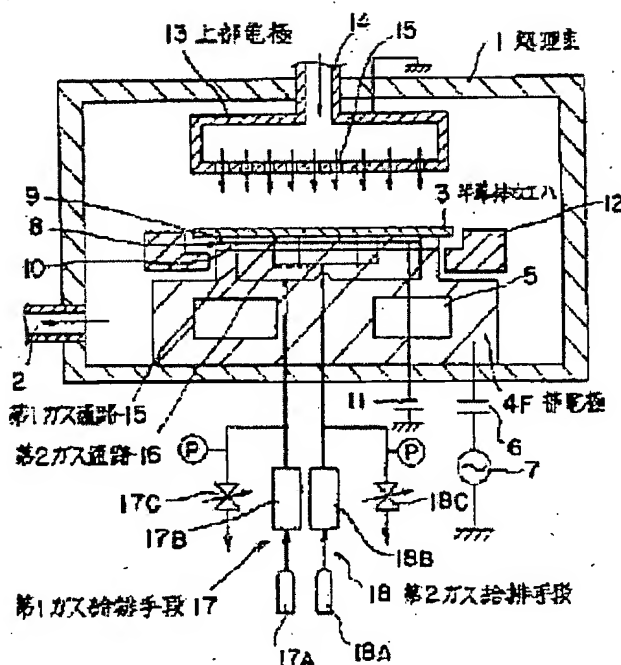
Also published as:

US5547539 (A1)

## Abstract of JP7249586

**PURPOSE:** To provide a treatment device which can perform a stable plasma treatment by suppressing a cooling irregularity due to contact failure between a semiconductor wafer and the electrodes for retaining it and by uniformly cooling the entire surface of the semiconductor wafer and suppressing temperature distribution within the semiconductor wafer.

**CONSTITUTION:** A semiconductor wafer 3 is placed on a lower electrode 4 which is provided in a treatment chamber 1 and can be cooled and plasma is generated between the wafer and an upper electrode 13 at the upper part of the lower electrode 4 for performing plasma treatment to the semiconductor wafer 3 and at the same time the semiconductor wafer 3 is cooled via the lower electrode 4. Then, first and second gas passages 15 and 16 which are open at a plurality of locations at the outer periphery edge part on the upper surface and the inside are provided inside the lower electrode 4 and at the same time first and second gas supply/exhaust means 17 and 18 for supplying and exhausting helium are connected to both of them and then the semiconductor wafer 3 is cooled while supplying helium gas into a thin gap between the semiconductor wafer 3 and the lower electrode 4 via the first and second gas passages 15 and 16 and each opening.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-249586

(43) 公開日 平成7年(1995)9月26日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/205

21/3065

H 0 1 L 21/ 302

F

C

審査請求 未請求 請求項の数 9 F D (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平6-162706

(22) 出願日 平成6年(1994)6月20日

(31) 優先権主張番号 特願平5-346385

(32) 優先日 平5(1993)12月22日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(71) 出願人 000109565

東京エレクトロン山梨株式会社

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

(72) 発明者 荒沢 正司

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

(72) 発明者 小野 勝彦

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小原 肇

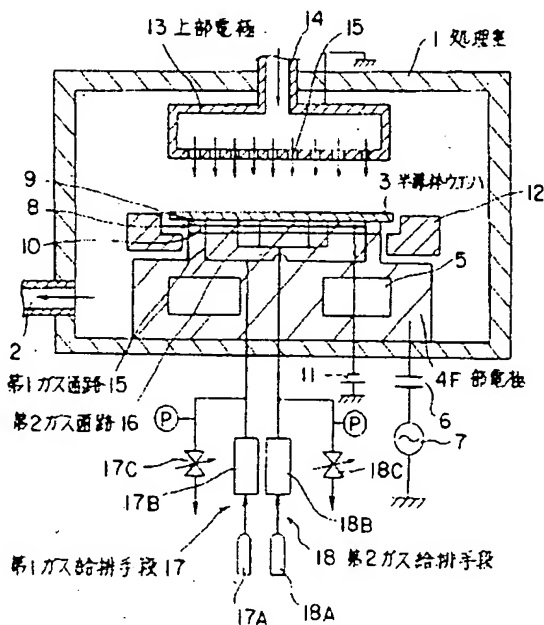
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 処理装置及びその製造方法並びに被処理体の処理方法

(57) 【要約】

【目的】 半導体ウエハとこれを保持する電極間の接触不良による冷却ムラを抑制し、半導体ウエハ全面を万遍無く均一に冷却し半導体ウエハの面内での温度分布を抑制し、安定したプラズマ処理を施すことができる処理装置を提供する。

【構成】 本処理装置は、処理室1内に配設された冷却可能な下部電極4上に半導体ウエハ3を載置し、この下部電極4上方の上部電極13との間でプラズマを発生させて半導体ウエハ3にプラズマ処理を施すと共に下部電極4を介して半導体ウエハ3を冷却するように構成され、且つ下部電極4内にその上面の外周縁部及びその内側の複数箇所それぞれ開口する第1、第2ガス通路15、16をそれぞれ設けると共にこれら両者にヘリウムを給排する第1、第2ガス給排手段17、18をそれぞれ接続し、これら両者から第1、第2ガス通路15、16及びそれぞれの開口を介して半導体ウエハ3と下部電極4間の細隙にヘリウムガスを供給しながら半導体ウエハ3を冷却するものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理室内に配設された冷却可能な第1電極上に被処理体を載置し、この第1電極に対向して配設された第2電極との間でプラズマを発生させ、このプラズマにより上記被処理体にプラズマ処理を施すと共に、上記第1電極を介して上記被処理体を冷却するように構成された処理装置において、上記第1電極内にその上面の外周縁部及びその内側の複数箇所それぞれ開口する第1、第2ガス通路を設けると共にこれらの第1、第2ガス通路それぞれに熱伝導性ガスを給排する第1、第2ガス給排手段を接続し、これら両者から上記第1、第2ガス通路及びそれぞれの開口を介して上記被処理体と上記第1電極間の細隙に熱伝導性ガスを供給しながら上記被処理体を冷却することを特徴とする処理装置。

【請求項2】 処理室内で互に対向する第1電極と第2電極間でプラズマを発生させ、上記第1電極上に載置された被処理体にプラズマ処理を施す際に、上記第1電極を介して上記被処理体を冷却してその温度を制御する方法において、上記第1電極内からその上面の外周縁部及びその内側へそれぞれ開口する第1、第2ガス通路を介して上記第1電極と上記被処理体間の細隙に熱伝導性ガスを供給すると共に、上記第1、第2ガス通路内の熱伝導性ガスの圧力をそれぞれ個別に制御して上記外周縁部の細隙に介在する熱伝導性ガスの圧力をその内側の細隙に介在する熱伝導性ガスの圧力よりも高く設定することを特徴とする被処理体温度の制御方法。

【請求項3】 上記第1電極外周縁部及びその内側と上記被処理体間の細隙の圧力をそれぞれ5～30 Torr及び5～10 Torrに制御することを特徴とする請求項2に記載の被処理体温度の制御方法。

【請求項4】 処理室内に配設された温度調整可能な第1電極の支持面により被処理体を支持し、上記第1電極とこれに対向する第2電極との間でプラズマを発生させ、このプラズマにより上記第1電極を介して温度調整された上記被処理体にプラズマ処理を施すように構成された処理装置において、上記第1電極内にその支持面の外周縁部及びその内側それぞれの複数箇所それぞれ開口する第1、第2ガス通路を設け、第1、第2ガス通路それぞれに熱伝導性ガスを供給する第1、第2ガス供給手段を接続したことを特徴とする処理装置。

【請求項5】 上記第1、第2ガス供給手段は、同一または異なった熱伝導性ガスを供給するガス供給源を備えたことを特徴とする請求項1または請求項4に記載の処理装置。

【請求項6】 処理室内に配設された温度調整可能な第1電極の支持面により被処理体を支持し、上記第1電極とこれに対向する第2電極との間でプラズマを発生させ、このプラズマにより上記第1電極を介して温度調整された上記被処理体にプラズマ処理を施すように構成された処理装置において、上記第1電極内にその支持面の

外周縁部及びその内側それぞれの複数箇所それぞれ開口する第1、第2ガス通路を設け、上記外周縁部の第1ガス通路に熱伝導性ガスを供給するガス供給手段を接続すると共に、上記内側の第2ガス通路に熱伝導性ガスを排気するガス排気手段を接続したことを特徴とする処理装置。

【請求項7】 上記ガス排気手段は、上記第2ガス通路から排気される熱伝導性ガスのガス圧力を検出するガス圧検出手段を備えたことを特徴とする請求項7に記載の処理装置。

【請求項8】 処理室内に配設された温度調整可能な第1電極の支持面により被処理体を支持し、上記第1電極とこれに対向する第2電極との間でプラズマを発生させ、このプラズマにより上記第1電極を介して温度調整された上記被処理体にプラズマ処理を施す処理装置を製造する方法において、上記第1電極にその内部からその支持面へ開口する第1、第2ガス通路を設ける工程を有し、この第1、第2ガス通路を設ける工程は、上記第1電極の支持面により上記被処理体を支持する工程と、上記第1電極を介して上記被処理体を所定の温度に設定し、その時の被処理体の温度分布を検出する工程と、上記被処理体の温度分布に即して上記支持面の外周縁部及びその内側それぞれの複数箇所に上記第1、第2ガス通路の開口部を設定する工程とを有することを特徴とする処理装置の製造方法。

【請求項9】 処理室内に配設された温度調整可能な第1電極の支持面により被処理体を支持し、上記第1電極とこれに対向する第2電極間でプラズマを発生させ、上記被処理体にプラズマ処理を施す被処理体の処理方法であって、プラズマ処理に先立って、上記被処理体を上記第1電極により支持した状態で、上記第1電極の支持面の外周縁部の複数箇所それぞれ開口する第1ガス通路を介して熱伝導性ガスを供給すると共に、上記第1電極支持面の上記外周縁部より内側の複数箇所それぞれ開口する第2ガス通路を介して熱伝導性ガスを供給しあるいは排気しながら上記被処理体の温度分布を検出し、その時の上記被処理体の温度分布に即して上記第1、第2ガス通路での熱伝導性ガスの流量を調整することを特徴とする被処理体の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、処理装置及びその製造方法並びに被処理体の処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体製造工程では、半導体ウエハの表面に薄膜を形成したり、半導体ウエハの薄膜を除去したりすることが行なわれており、このような成膜工程及び除膜工程には減圧CVD装置、スパッタリング装置あるいはエッチング装置、アッシング装置などの処理装置が広く用いられている。そして、最近では半導体デバイスが16MDRAM、64MDRAMと高集積化し、その

配線構造がハーフミクロン、クォータミクロンオーダーの超微細構造になって来ているため、プラズマを利用したCVD装置、エッチング装置などが用いられている。例えば、超微細加工のエッチング技術では、一方向のみを優先的にエッチングする異方性エッチング技術が重要である。異方性エッチングを行なう装置としては例えば反応性イオンエッチング(RIE)装置が知られている。

【0003】RIE装置は、高周波電力を印加した下部電極と接地された上部電極との間でエッチングガスのプラズマを発生させ、このプラズマ中の反応性イオンを負に自己バイアスされた下部電極に向けて照射し、この反応性イオンにより半導体ウエハ等の被処理体表面の被エッチング成分をエッチングするよう構成されている。このエッチングに際し、反応性イオン以外にも化学的に活性なラジカルも同時に生成し、このラジカルによっても被エッチング成分がエッチングされる。ところがラジカルは電気的に中性であるため、その照射方向を一方向に規制することができず等方的なエッチングが起こり、その結果半導体ウエハがサイドエッチングされ、精度の高いエッチングを行なうことができない。そのため、従来から被処理体を支持する下部電極を液化窒素などの冷媒を用いて例えばマイナス温度域の低温に制御し、ラジカル反応を凍結して異方性エッチングの精度を高めるようにしている。また、半導体ウエハをエッチングする際には半導体ウエハ全面の温度を略均一に制御してエッチング速度にバラツキがないようにする必要がある。

【0004】また、プラズマCVD装置の場合には、高周波電力を印加した下部電極と接地された上部電極との間でプロセスガスのプラズマを発生させ、このプラズマ中の生成ガスが下部電極上の半導体ウエハ表面に堆積して所定の薄膜を形成するよう構成されている。そして、プラズマCVD装置の場合にも半導体ウエハの処理温度が成膜速度に大きな影響を与えるため、半導体ウエハ全面の温度を略均一に制御する必要がある。そのため、従来から半導体ウエハを載置する下部電極に内蔵された温度調整機構などを用いて被処理体全面を均一に加熱して被処理体表面に均一な薄膜を形成するようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、被処理体の接触面及び下部電極上面は完全な平坦に加工することが困難で、それぞれの面には微視的な凹凸が残っており、これらの凹凸故に被処理体が下部電極に密着せず、下部電極上面と被処理体裏面との間に細隙が形成されるため、従来の処理装置の場合には、この細隙部分における下部電極からの熱伝達が接触部分における熱伝達よりも劣り、均一な冷却を行なうことができず、被処理体面で温度分布を生じて被処理体に均一なプラズマ処理を施すことが難しいという課題があった。また、従来の処理装置の中には下部電極がプラズマの照射損傷を受けな

いように下部電極の外径を被処理体の外径より小さく形成したものがある。このような処理装置の場合には下部電極から食み出した被処理体の外周縁部をその内側ほどに冷却することができず、処理中にその外周縁部の温度がその内側よりも高くなり、益々均一なプラズマ処理が難しくなるという課題があった。

【0006】また、従来のプラズマCVD装置やプラズマアッシング装置の場合には、薄膜化が進むに連れて処理室内が高真空になるため、エッチング装置と同様に下部電極上面の微細な凹凸が電極から被処理体への熱伝達を阻害し、被処理体表面を均一に加熱することができず、均一な成膜あるいはアッシングを行なうことが難しくなるという課題があった。

【0007】本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、被処理体とこれを保持する電極間の接触不良による冷却ムラや加熱ムラを抑制し、被処理体全面を万遍無く均一に温度調整し被処理体の面内での温度分布を抑制し、安定したプラズマ処理を施すことができる処理装置及びその製造方法並びに被処理体の処理方法を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に記載の処理装置は、処理室内に配設された冷却可能な第1電極上に被処理体を載置し、この第1電極に対向して配設された第2電極との間でプラズマを発生させ、このプラズマにより上記被処理体にプラズマ処理を施すと共に、上記第1電極を介して上記被処理体を冷却するように構成された処理装置において、上記第1電極内にその上面の外周縁部及びその内側の複数箇所それぞれ開口する第1、第2ガス通路を設けると共にこれらの第1、第2ガス通路それぞれに熱伝導性ガスを給排する第1、第2ガス給排手段を接続し、これら両者から上記第1、第2ガス通路及びそれぞれの開口を介して上記被処理体と上記第1電極間の細隙に熱伝導性ガスを供給しながら上記被処理体を冷却するように構成されたものである。

【0009】また、本発明の請求項2に記載の被処理体温度の制御方法は、処理室内で互に対向する第1電極と第2電極間でプラズマを発生させ、上記第1電極上に載置された被処理体にプラズマ処理を施す際に、上記第1電極を介して上記被処理体を冷却してその温度を制御する方法において、上記第1電極内からその上面の外周縁部及びその内側へそれぞれ開口する第1、第2ガス通路を介して上記第1電極と上記被処理体間の細隙に熱伝導性ガスを供給すると共に、上記第1、第2ガス通路内の熱伝導性ガスの圧力をそれぞれ個別に制御して上記外周縁部の細隙に介在する熱伝導性ガスの圧力をその内側の細隙に介在する熱伝導性ガスの圧力よりも高く設定するように構成されたものである。

【0010】また、本発明の請求項3に記載の被処理体温度の制御方法は、請求項2に記載の発明において、上

記第1電極外周縁部及びその内側と上記被処理体間の細隙の圧力をそれぞれ5〜30 Torr及び5〜10 Torrに制御するように構成されたものである。

【0011】また、本発明の請求項4に記載の処理装置は、処理室内に配設された温度調整可能な第1電極の支持面により被処理体を支持し、上記第1電極とこれに対向する第2電極との間でプラズマを発生させ、このプラズマにより上記第1電極を介して温度調整された上記被処理体にプラズマ処理を施すように構成された処理装置において、上記第1電極内にその支持面の外周縁部及びその内側それぞれの複数箇所を開口する第1、第2ガス通路を設け、第1、第2ガス通路それぞれに熱伝導性ガスを供給する第1、第2ガス供給手段を接続して構成されたものである。

【0012】また、本発明の請求項5に記載の処理装置は、請求項1または請求項4に記載の発明において、上記第1、第2ガス供給手段は、同一または異なった熱伝導性ガスを供給するガス供給源を備えて構成されたものである。

【0013】また、本発明の請求項6に記載の処理装置は、処理室内に配設された温度調整可能な第1電極の支持面により被処理体を支持し、上記第1電極とこれに対向する第2電極との間でプラズマを発生させ、このプラズマにより上記第1電極を介して温度調整された上記被処理体にプラズマ処理を施すように構成された処理装置において、上記第1電極内にその支持面の外周縁部及びその内側それぞれの複数箇所を開口する第1、第2ガス通路を設け、上記外周縁部の第1ガス通路に熱伝導性ガスを供給するガス供給手段を接続すると共に、上記内側の第2ガス通路に熱伝導性ガスを排気するガス排気手段を接続して構成されたものである。

【0014】また、本発明の請求項7に記載の処理装置は、請求項6に記載の発明において、上記ガス排気手段に上記第2ガス通路から排気される熱伝導性ガスのガス圧を検出するガス圧検出手段を設けて構成されたものである。

【0015】また、本発明の請求項8に記載の処理装置の製造方法は、処理室内に配設された温度調整可能な第1電極の支持面により被処理体を支持し、上記第1電極とこれに対向する第2電極との間でプラズマを発生させ、このプラズマにより上記第1電極を介して温度調整された上記被処理体にプラズマ処理を施す処理装置を製造する方法において、上記第1電極にその内部からその支持面へ開口する第1、第2ガス通路を設ける工程を有し、この第1、第2ガス通路を設ける工程は、上記第1電極の支持面により上記被処理体を支持する工程と、上記第1電極を介して上記被処理体を所定の温度に設定し、その時の被処理体の温度分布を検出する工程と、上記被処理体の温度分布に即して上記支持面の外周縁部及びその内側それぞれの複数箇所に上記第1、第2ガス通

路の開口部を設定する工程とを有して構成されたものである。

【0016】また、本発明の請求項9に記載の被処理体の処理方法は、処理室内に配設された温度調整可能な第1電極の支持面により被処理体を支持し、上記第1電極とこれに対向する第2電極間でプラズマを発生させ、上記被処理体にプラズマ処理を施す被処理体の処理方法であって、プラズマ処理に先立って、上記被処理体を上記第1電極により支持した状態で、上記第1電極の支持面の外周縁部の複数箇所を開口する第1ガス通路を介して熱伝導性ガスを供給すると共に、上記第1電極支持面の上記外周縁部より内側の複数箇所を開口する第2ガス通路を介して熱伝導性ガスを供給しあるいは排気しながら上記被処理体の温度分布を検出し、その時の上記被処理体の温度分布に即して上記第1、第2ガス通路での熱伝導性ガスの流量を調整するように構成されたものである。

【0017】

【作用】本発明の請求項1に記載の発明によれば、処理室内の冷却可能な第1電極上に被処理体を載置し、この第1電極に対向する第2電極との間でプラズマを発生させ、このプラズマにより被処理体にプラズマ処理を施す際に、第1、第2給排手段から熱伝導性ガスを第1、第2ガス通路に供給すると、この熱伝導性ガスは第1、第2ガス通路を経由して第1電極上面の外周縁部及びその内側の複数箇所からそれぞれの被処理体と第1電極間の細隙に行き渡り、それぞれの細隙に介在する熱伝導性ガスにより被処理体と第1電極間の熱伝達性を高め、第1電極を介して被処理体全面を均等に冷却することができ、延いては被処理体面内の温度分布を抑制することができる。

【0018】また、本発明の請求項2に記載の発明によれば、処理装置の第1電極と第2電極間でプラズマを発生させ、このプラズマにより第1電極上に載置された被処理体にプラズマ処理を施す際に、第1電極内の第1、第2ガス通路に熱伝導性ガスを供給すると、この熱伝導性ガスは第1、第2ガス通路を経由して第1電極と被処理体間の外周縁部及びその内側の細隙へ行き渡るが、この際、第1、第2ガス通路内の熱伝導性ガスの圧力をそれぞれ個別に制御して第1電極と被処理体間の外周縁部の細隙に介在する熱伝導性ガスの圧力をその内側の細隙に介在する熱伝導性ガスの圧力よりも高く設定すると、外周縁部の細隙の方がその内側の細隙よりも熱伝達性が良くなり、被処理体の外周縁部をその内側よりも強く冷却し、被処理体の外周縁部の温度が高くなるような場合でも被処理体面内の温度分布を抑制することができる。

【0019】また、本発明の請求項3に記載の発明によれば、請求項2に記載の発明において、上記第1電極外周縁部及びその内側と上記被処理体間の圧力をそれぞれ5〜30 Torr及び5〜10 Torrに制御することにより被

処理体の外周縁部をその内側よりも強く冷却することができる。

【0020】また、本発明の請求項4に記載の発明によれば、処理装置の第1電極と第2電極間でプラズマを発生させ、このプラズマにより第1電極の支持面により支持された被処理体にプラズマ処理を施す際に、第1、第2ガス供給手段からそれぞれの熱伝導性ガスを第1電極内の第1、第2ガス通路に個別に供給すると、第1、第2ガス通路を介して熱伝導性ガスが第1電極の支持面の外周縁部及びその内側それぞれの複数箇所の開口から第1電極と被処理体間の細隙へ行き渡り、被処理体の外周縁部及びその内側での熱伝導率を個別に制御して被処理体全面の温度分布を抑制することができ、例えば被処理体の外周縁部の温度が高くなるような場合であれば、第1ガス通路に第2ガス通路より多くの熱伝導性ガスを供給する一方、第2ガス通路に第1ガス通路より少ない熱伝導性ガスを供給すれば、被処理体の外周縁部をその内側より効率良く熱調整して被処理体全面の温度分布を均して被処理体全面に均一なプラズマ処理を施すことができる。

【0021】また、本発明の請求項5に記載の発明によれば、請求項1または請求項4に記載の発明において、上記第1、第2ガス供給手段は、同一または異なった熱伝導性ガスを供給するガス供給源を備えているため、上記第1、第2ガス供給手段から同一の熱伝導性ガスを供給する場合にはガス源を簡素化することができ、また、異なった熱伝導性ガスを供給する場合には各熱伝導性ガスのエンタルピーの違いにより同一流量でも温度調整に差を付けることができ、またガス種によっては熱伝導性ガス間の吸熱反応あるいは、発熱反応により冷却能力あるいは加熱能力を高めることができる。

【0022】また、本発明の請求項6に記載の発明によれば、処理装置の第1電極と第2電極間でプラズマを発生させ、このプラズマにより第1電極上に載置された被処理体にプラズマ処理を施す際に、ガス供給手段からの熱伝導性ガスを第1電極内の第1ガス通路に供給すると、熱伝導性ガスが第1ガス通路を介して第1電極支持面の外周縁部の複数箇所の開口から第1電極と被処理体間の細隙へ行き渡り、被処理体の外周縁部への熱伝達率を熱伝導性ガスにより高めて被処理体全面の温度分布を抑制する一方、細隙の熱伝導性ガスを排気手段により第2ガス通路を介して排気して熱伝導性ガスの処理室内への拡散を防止することができる。

【0023】また、本発明の請求項7に記載の発明によれば、請求項6に記載の発明において、上記ガス排気手段に上記第2ガス通路から排気される熱伝導性ガスのガス圧力を検出するガス圧検出手段を設けたため、第1電極と被処理体間の細隙における熱伝導性ガスの圧力をより正確に検出することができる。

【0024】また、本発明の請求項8に記載の発明によ

れば、被処理体にプラズマ処理を施す処理装置を製造するに当たって、上記第1電極にその内部からその支持面へ開口する第1、第2ガス通路を設ける際に、第1電極の支持面により被処理体を支持し、第1電極を介して被処理体を所定の温度に設定した後、所定の温度に設定された被処理体の温度分布を検出し、検出された被処理体の温度分布に即して第1電極の支持面の外周縁部及びその内側それぞれの複数箇所に第1、第2ガス通路の各開口部をそれぞれ設定することにより、被処理体の温度調整すべき場所へ第1、第2ガス通路の各開口部から熱伝導性ガスを供給して被処理体全面の温度分布を抑制できる処理装置を製造することができる。

【0025】また、本発明の請求項9に記載の発明によれば、処理室内で被処理体を第1電極により支持した状態でプラズマ処理に先立って、第1電極と第2電極間でプラズマを発生させた後、第1電極の支持面の外周縁部の複数箇所で開口する第1ガス通路を介して熱伝導性ガスを供給制御すると共に、第1電極の支持面の外周縁部より内側の複数箇所で開口する第2ガス通路を介して熱伝導性ガスを供給制御あるいは排気制御しながら被処理体の温度分布を検出し、検出された被処理体の温度分布に即して第1、第2ガス通路での熱伝導性ガスの流量を制御して被処理体の温度分布が均一になる流量に設定すると、その後には被処理体に均一なプラズマ処理を施すことができる。

【0026】

【実施例】

実施例1. 本実施例では図1～図3に示すプラズマエッチング装置を例に挙げて本発明を説明する。本実施例の処理装置は、反応性イオンエッチング（RIE）装置として構成されている。このRIE装置は、図1に示すように、例えばアルミニウム等の導電性材料により円筒状に形成され処理室1を備えている。この処理室1は気密構造に構成され、その周面下部に接続された排気管2を介して図示しない真空ポンプにより真空引きして例えば10<sup>-2</sup>Torr以下の真空雰囲気を形成できるように構成されている。そして、この処理室1内の底面にはアルミニウム等の導電性材料により半導体ウエハ3より小径に形成された第1電極としての下部電極4が配設され、この下部電極4により半導体ウエハ3を支持するように構成されている。

【0027】そして、この下部電極4の内部には液化窒素等の冷媒が流通する冷媒通路5が形成され、この冷媒通路5内に冷媒を供給してマイナス領域の温度まで下部電極4を冷却するように構成されている。更に、この下部電極4にはブロッキングコンデンサ6を介して高周波電源7が接続され、この高周波電源7の13.56MHzの高周波電圧をブロッキングコンデンサ6を介して下部電極4に印加するように構成されている。また、この下部電極4の上面にはこれと同一外径の静電チャック8が

接着剤で貼り付けられている。この静電チャック8は、銅箔等の導電性金属膜9をポリイミド系樹脂フィルム等の絶縁性膜10で挟んだサンドイッチ構造に形成されている。そして、この導電性金属膜9には直流電源11が接続され、この直流電源11から直流電圧を導電性金属膜9に印加して発生する絶縁性膜10表面のクーロン力により半導体ウエハ4を吸着するように構成されている。また、この下部電極4の周囲には石英等により形成されたフォーカスリング12が配設され、このフォーカスリング12により後述のように発生したプラズマを静電チャック8で支持された半導体ウエハ3へ集めるように構成されている。

【0028】また、下部電極4の上方には例えば15～2.0mmの間隔を隔てて対向する第2電極としての扁平な中空円盤状に形成された上部電極13が配設されている。この上部電極13の上面中央には処理室1上面中央を貫通しエッチングガスの供給源（図示せず）に連通する供給管14が取り付けられ、また、その下面全面にはエッチングガスを処理室1内へ噴出する多数の孔15が分散して形成され、しかもこの上部電極13はグラウンド電位を維持するように接地されている。そして、この上部電極13を介して処理室1内に供給されたエッチングガスの存在下で、下部電極4と上部電極13間の真空放電によりプラズマを発生するように構成されている。

【0029】また本実施例では、下部電極4内には冷媒通路5と干渉しない位置に熱伝導性に優れた熱伝導性ガス例えばヘリウムガスが流通する第1、第2ガス通路15、16が図1、図3に示すように形成され、しかも第1、第2ガス通路15、16はいずれも後述のように下部電極4の上面の複数位置で開口している。また、第1、第2ガス通路15、16には第1、第2ガス給排手段17、18がそれぞれ接続され、これらのガス給排手段17、18からヘリウムガスを第1、第2ガス通路15、16へ供給すると共にそのガス圧を所定圧で維持するように排気制御するように構成されている。これらの第1、第2ガス給排手段17、18はいずれも同様に構成されている。例えば、第1ガス給排手段17は、ヘリウムガスのポンプ17Aと、ヘリウムガス流量を制御するマスフローコントローラ17Bと、マスフローコントローラ17Bにより供給されたヘリウムガスを排気制御する可変バルブ17Cとを備えて構成されている。

【0030】また、熱伝導性に優れた熱伝導性ガスとしては、ヘリウムガスの他、例えばネオン、アルゴン、キセノン等の不活性ガス、あるいは窒素ガス+水素ガス、窒素ガス+酸素ガス等の反応性ガスなどを挙げることができる。特に、反応性ガスを用いる場合には、第1ガス給排手段17から供給する反応性ガスと、第2ガス給排手段18から供給する反応性ガスとが異なり、半導体ウエハ3と下部電極4間の細隙において互いに吸熱反応を起こすものが好ましい。吸熱反応により単に熱伝達率を

高めるだけでなく、半導体ウエハ3からの吸熱により更に冷却効率を高めることができるからである。但し、熱伝導性ガスとして反応性ガスを供給する場合には、これらのガス及び生成ガスがプラズマ処理に影響しないものを選択する必要がある。

【0031】そして、図2に示すように下部電極4の上面で開口する第1ガス通路15の第1開口部19は下部電極4の外周縁部に周方向に沿って例えば12個形成され、これらの第1開口部19はいずれも同一円周上に配置されている。また、同様に下部電極4の上面で開口する第2ガス通路16の第2開口部20は第1開口部19の配置された円周の内側に例えば12個分散配置されている。そのうち8個の第2開口部20は第1開口部19のやや内側で径方向に等間隔を隔てた円周上に配置され、残りの4個は8個の第2開口部20の更に内側に位置し、やはり径方向に等間隔を隔てた円周上に配置されている。また、第1、第2開口部19、20の大きさは、0.1～2.0mm径のものが好ましい。また、その個数は上記個数に制限されるものではなく、その個数が多く、広く分散している方が極め細かく半導体ウエハ3の温度を制御することができて好ましいが、経済面を勘案すると8～200個が好ましい。

【0032】また、静電チャック8には第1、第2開口部19、20に対応させた2種類の第1、第2孔21、22がそれぞれ複数ずつ形成されている。第1孔21は4箇所それぞれ同一形状、同一大きさの円弧状に形成され、4個の第1孔21にはそれぞれ3個の第1開口部19が臨むように形成されている。また、第2孔22は12個の第2開口部20に対応させてこれらと同一大きさに形成されている。従って、下部電極4と半導体ウエハ3で挟まれた円弧状の第1孔21は円弧状の空間を形成し、この円弧状の空間部はこの部分で開口した3個の第1開口部19を介して第1ガス通路15と連通し、第1ガス通路15と同一ガス圧を維持するように構成されている。第2孔22についても第1孔21と同様に半導体ウエハ3の裏面で第2ガス通路16と同一ガス圧を維持するように構成されている。尚、一番内側に配置された4個の第2開口部20及び第2孔22は電極4に内蔵されたリフトピン（図示せず）が進退動する孔を利用するように構成されている。

【0033】従って、第1、第2ガス給排手段17、18のポンプ17A、18Aからヘリウムガスを供給しながらそれぞれの排気量を可変バルブ17Cにより制御することにより第1、第2ガス通路15、16内のヘリウムガス圧を所定圧に制御することができる。所定圧のヘリウムガスは常時第1、第2ガス通路15、16の第1、第2開口部19、20及び静電チャック8の第1、第2孔21、22を介して静電チャック8と半導体ウエハ3間のミクロ的な細隙を満たし、このヘリウムガスにより細隙での熱伝導性を高めるとができる。従って、静



電チャック8上に半導体ウエハ3を吸着し、下部電極4と上部電極4間の真空放電によりエッチングガスのプラズマを発生させて半導体ウエハ3にエッチング処理を施す際に、半導体ウエハ3がエッチングにより昇温しても、半導体ウエハ3を下部電極4により冷却することができる。そして、この冷却作用は半導体ウエハ3が静電チャック8全面に均等に密着せず、両者間に多少の細隙が形成されていても、この細隙に第1、第2開口部19、20及び第1、第2孔21、22を介してヘリウムガスが供給され、このヘリウムガスにより細隙での熱伝達率を高めているため、半導体ウエハ3の熱はヘリウムガスを介して下部電極4へ均等に伝達され、半導体ウエハ3の密着の度合に関係なく半導体ウエハ3全面をムラなく冷却することができる。

【0034】また、第1、第2ガス給排手段17、18から互いに異なる反応性ガスを供給して半導体ウエハ3と下部電極4間の細隙において吸熱反応を起こすようにすれば、反応性ガス自体により両者3、4間の熱伝達率を高めて下部電極4により冷却効率を高めることと相俟って、反応性ガス間の反応による半導体ウエハ3からの吸熱により一層冷却効率を高めることができる。

【0035】また、本実施例のように半導体ウエハ3が静電チャック8よりも大径の場合には、静電チャック8から食み出した半導体ウエハ3の外周縁部が直接冷却されず、その部分の温度がその内側よりも高温になるが、この場合には、第1、第2ガス給排手段によりヘリウムガスの給排を制御して第1ガス通路15内のヘリウムガス圧を第2ガス通路16内のヘリウムガス圧より高く設定することができる。このように第1ガス通路15内のヘリウムガス圧を第2ガス通路16内のヘリウムガス圧より高く設定することにより半導体ウエハ3の外周縁部での冷却作用をその内側よりも強くすることができ、半導体ウエハ3の外周縁部をその内側よりも強く冷却し、半導体ウエハ3全面をムラなく冷却してその面内での温度分布をなくすことができる。このように第1ガス通路15内の圧力を第2ガス通路16内の圧力より高く設定する場合には、第1ガス通路15内の圧力を5〜30 Torr、第2ガス通路16内の圧力を5〜10 Torrに制御することが好ましい。

【0036】次に、動作について説明する。真空引きされた処理室1内の下部電極4に半導体ウエハ3を載置し、静電チャック8のクーロン力で半導体ウエハ3を静電チャック8上に吸着する。次いで、上部電極13の供給管14でエッチングガスを受給し、その孔15から処理室1内へエッチングガスを供給し、エッチングガスのガス圧を例えば10-2 Torr以下の真空度に設定する。次いで、下部電極4に13.56 MHzの高周波電圧を印加しエッチングガスを介して下部電極4と上部電極13間で真空放電させるとこれら両者間でエッチングガスがプラズマ化し、主としてその反応性イオンによって半導体

ウエハ3に異方性エッチングを施す。このエッチングにより半導体ウエハ3の温度が上昇するが、下部電極4内の冷媒通路5を流通する液化窒素等の冷媒により下部電極4を冷却しているため、この下部電極4及び静電チャック8を介して半導体ウエハ3を冷却してその温度上昇を抑制する。

【0037】この時、第1、第2ガス給排手段17、18のガスボンベ17A、18Aからマスフローコントローラ17B、18Bを介して予め設定されたガス流量に制御しながら下部電極4内の第1、第2ガス通路15、16にヘリウムガスを供給している。この第1、第2ガス通路15、16内に供給されたヘリウムガスは可変バルブ17C、18Cによって排気量を制御し、第1、第2ガス通路15、16内の圧力がそれぞれ一定圧力例えば5〜30 Torr、5〜10 Torrに設定されている。このように圧力設定されたヘリウムガスは第1、第2ガス通路15、16の第1、第2開口部19、20及び静電チャック8の第1、第2孔21、22を介して静電チャック8と半導体ウエハ3間に形成された細隙に侵入してこれらの細隙の圧力をそれぞれ上述の圧力に維持する。

【0038】従って、半導体ウエハ3外周縁部裏面の細隙におけるヘリウムガス圧はその内側の細隙におけるヘリウムガス圧よりも高く設定されているため、前者の細隙での熱伝達速度が後者の細隙での熱伝達速度よりも速く、半導体ウエハ3の外周縁部をその内側よりも強く冷却する。従って、静電チャック8から半導体ウエハ3の外周縁部が食み出し、その内側よりも高温になる場合であっても、この部分を内側よりも強く冷却するため、結果的には半導体ウエハ3全面をバランス良く冷却して面内の温度分布をなくし、全面で均一な異方性エッチングを施すことができる。また、第1、第2ガス給排手段17、18から互いに反応する反応性ガス例えば窒素ガスと酸素ガスを供給すれば、半導体ウエハ3と下部電極4間の細隙で反応性ガスが互いに吸熱反応して半導体ウエハ3から熱を奪い、より短時間で半導体ウエハ3を冷却して全面の温度をより短時間で均一化し、スループットを高めることができる。

【0039】以上説明したように本実施例によれば、下部電極4内に第1、第2ガス通路15、16をそれぞれ設けると共に第1、第2ガス通路15、16を第1、第2開口部19、20及び第1、第2孔21、22を介して下部電極4及び静電チャック8上面の外周縁部及びその内側の複数箇所それぞれ開口させ、熱伝導性に優れたヘリウムガスを第1、第2ガス給排手段17、18から第1、第2ガス通路15、16へ供給し、このヘリウムガスを第1、第2ガス通路15、16を経由させて第1、第2開口部19、20及び第1、第2孔21、22を介して下部電極4上面の外周縁部及びその内側の複数箇所から半導体ウエハ3と静電チャック8間の細隙に行き渡らせるようにしたため、細隙に介在するヘリウムガ



スにより半導体ウエハ3と下部電極4間の熱伝達率が高まり、半導体ウエハ3全面をムラなく冷却することができ、延いては半導体ウエハ3面内での温度分布を抑制し、半導体ウエハ3全面に均一なエッチングを施すことができる。

【0040】更に、本実施例では、第1、第2ガス給排手段17、18により第1、第2ガス通路15、16内のヘリウムガスの圧力をそれぞれ個別に制御して静電チャック8と半導体ウエハ3間の外周縁部の細隙に介在するヘリウムガスの圧力をその内側の細隙に介在するヘリウムガスの圧力よりも高く、例えば前者の圧力を5～30Torr、後者の圧力を5～10Torrに設定するようにしたため、外周縁部の細隙の方がその内側に細隙よりも熱伝達率が良くなり、半導体ウエハ3の外周縁部をその内側よりも強く冷却することができる。従って、半導体ウエハ3の外周縁部が静電チャック8から食み出している半導体ウエハ3面内を均一に冷却し、半導体ウエハ3全面に均一なエッチングを施すことができる。また、第1、第2ガス給排手段17、18から互いに吸熱反応をする反応性ガスを供給することにより、半導体ウエハ3をより短時間で冷却し、スループットを高めることができる。

【0041】実施例2. 本実施例では図4～図6に示すプラズマエッチング装置を例に挙げて本発明を説明する。本実施例の処理装置は、図4、図5に示す下部電極及びガスの給排機構を除き、実施例1と同様に構成されている。そこで、本実施例の特徴を中心にして本発明を説明する。

【0042】本実施例のエッチング装置の下部電極31内には、図4に示すように熱伝導性に優れた熱伝導性ガス例えばヘリウムガスが流通する第1、第2ガス通路32、33が形成され、しかも第1、第2ガス通路32、33はいずれも図5に示すように下部電極31の上面の複数位置で開口している。また、第1、第2ガス通路32、33には第1、第2ガス供給手段34、35がそれぞれ接続され、これらのガス供給手段34、35からヘリウムガスを第1、第2ガス通路32、33へ供給するように構成されている。これらの第1、第2ガス供給手段34、35はいずれも同様に構成されている。第1、第2ガス供給手段34、35は、ヘリウムガスが充填されたガス供給源例えばポンベ34A、35Aと、ポンベ34A、35Aと第1、第2ガス通路32、33をそれぞれ連結する、例えばステンレス、インコネル等のニッケル合金により形成された配管34B、35Bと、配管34B、35Bにそれぞれ取り付けられ、ヘリウムガスの流量を制御するマスフローコントローラ34C、35Cと、マスフローコントローラ34C、35Cの下流側に取り付けられた、可変バルブ34D、35D及び圧力計34E、35Eとを備えて構成されている。また、下部電極31内には実施例1と同様の冷媒通路36が形成

され、この冷媒通路36を流れる液化窒素により下部電極31を冷却するように構成されている。

【0043】本実施例では、ポンベ34A、35Aから供給する熱伝導性ガスとしてヘリウムガスを用いているが、この熱伝導性ガスとしては、半導体ウエハ3の処理条件によって同一ガスを用いたり、異なったガスを用いることができる。また、各熱伝導性ガスとしては、エンタルピーが大きなガスほど好ましい。エンタルピーが大きなガスは、単に熱伝達媒体としての機能するばかりでなく、多くの熱エネルギーを輸送でき、それだけ半導体ウエハ3に多くの熱を与え、あるいは多くの熱を奪うことができるため、同一ガス流量でも半導体ウエハ3を効率良く温度調整することができる。また、異なったガスを供給する場合には、両ガスが互いに吸熱反応あるいは発熱反応を起こすものが好ましい。吸熱反応あるいは発熱反応により半導体ウエハ3から熱を吸熱あるいは発熱し、それを更に効率良く冷却あるいは加熱できるからである。勿論、熱伝導性ガスは、エッチング作用を阻害しないものが用いられる。熱伝導性ガスとしては、前述した不活性ガスの他、吸熱反応を起こすガスとしては、例えば窒素ガス+水素ガス、窒素ガス+酸素ガスなどがあり、発熱反応を起こすガスとしては、例えば水素ガス+酸素ガス、一酸化炭素ガス+酸素ガスなどがある。

【0044】そして、図5に示すように下部電極31の上面で開口する第1ガス通路32の第1開口部37は下部電極31の外周縁部に周方向に沿って例えば8個形成され、これらの第1開口部37はいずれも同一円周上に配置されている。また、同様に下部電極31の上面で開口する第2ガス通路33の第2開口部38は第1開口部37の配置された円周の内側に例えば16個分散配置されている。そのうち8個の第2開口部38は第1開口部37のやや内側で径方向に等間隔を隔てた円周上に配置され、残りの8個は更に内側に位置し、やはり径方向に等間隔を隔てた円周上に配置されている。第1、第2開口部37、38の大きさは、0.1～2.0mm径のものが好ましい。また、その個数は上記個数に制限されるものではなく、その個数が多く、広く分散している方が極めて細かく半導体ウエハ3の温度を制御することができて好ましいが、経済面を勘案すると8～200個が好ましい。

【0045】本実施例の処理装置を製造する際に、上記下部電極31に開口部37、38を設ける場合には次のような作業工程により行なう。即ち、下部電極31に半導体ウエハ3を載置すると、半導体ウエハ3は下部電極31上面に完全に密着できず、ミクロ的にはこれら両者3、31間に実施例1で説明した細隙が形成される。この状態でその後、下部電極31の冷媒通路36に液化窒素を流通させて下部電極31を冷却し、これに載置された半導体ウエハ3を所定の温度例えば5℃に設定する。ところが、半導体ウエハ3と下部電極31は前述のよう

に密着しないため、これら両者間には接触する部分と接触しない部分が形成され、半導体ウエハ3表面に温度分布が発生する。

【0046】そこで、本実施例では半導体ウエハ3の表面に温度検出用シートを貼着しておき、この温度検出用シートにより半導体ウエハ3表面各部分の温度を検出する。この際に用いられる温度検出用シートは、温度の高低により異なった色に呈色する感熱色素を含有しており、例えば帯状あるいは円形状などの形状に形成されている。従って、半導体ウエハ3表面に温度分布があれば温度検出用シートが温度分布に即して異なった色に呈色するため、半導体ウエハ3の各部分における呈色具合から下部電極31の冷却作用の良好な部分と良好でない部分が判明する。この作業を複数回行なって下部電極31各部分の冷却作用の良否を判断する。

【0047】このようにして下部電極31の表面状態を把握した後、熱伝達の良好でない部分には開口部を多く設定し、熱伝達の良好な部分には開口部を少なく設定する。この際、開口部はいずれも下部電極31の外周に対して同心円状に分布するように設定する。そして、下部電極31の外周縁部に設定された開口部を第1ガス通路32に連通する第1開口部37として下部電極31に設け、また、第1開口部37の内側に設定され開口部を第2ガス通路33に連通する第2開口部38として設ける。

【0048】また、上記配管34B、35Bそれぞれにはマスフローコントローラ34C、35Cと圧力計34E、35Eの間に位置する第1、第2温度調整機構39、40がそれぞれ取り付けられている。これらの温度調整機構39、40はそれぞれ同様に構成されている。そこで、第1温度調整機構39を例に挙げて図4、図6を参照しながら説明し、第2温度調整機構39には第1温度調整機構39の部品に相当する符号を付してその説明を省略する。第1温度調整機構39は、例えば図6に示すように、配管34B内に装着された温度調整部材39Aと、温度調整部材39Aを全長に亘って配管34Bを介して囲むコイル39Bと、コイル39Bを介して温度調整部材39Aの温度を調整する温度制御器39Cとを備えている。そして、本実施例のようにヘリウムガスを冷却する場合にはコイル39Bは例えば冷媒が循環する冷却コイルとして構成され、また温度制御器39Cは冷却機として構成されている。そして、冷却コイルと配管34B間には熱伝達媒体例えばシリコングリースが介在し、シリコングリースを介して冷却コイルにより配管34Bの熱を効率良く吸熱できるように構成されている。また、上記温度調整部材39Aは、例えば図6に示すように毛細管を多数本束ねたものや、図示していないが通気自在に形成された多孔質体などによって構成することができる。この温度調整部材39Aは耐食性、耐汚染性の材料、例えば配管34Bと同様の材料あるいは石

英などによって形成されたものが好ましい。

【0049】従って、第1、第2ガス供給手段34、35は、ポンプ34A、35Aから配管34B、35Bを介してマスフローコントローラ34C、35Cによって所定のガス流量に制御されたヘリウムガスを供給し、そのガス圧力を可変バルブ34D、35D及び圧力計34E、35Eにより一定に維持するように構成されている。所定圧のヘリウムガスは常時第1、第2ガス通路32、33の第1、第2開口部37、38を介して下部電極31と半導体ウエハ3間の細隙へ流通するようにしてある。そして、例えば、第1ガス通路32に到達するヘリウムガスは、第1温度調整機構39によって例えば室温より低い温度である+15℃に温度調整され、また、第2ガス通路33に到達するヘリウムガスは、第2温度調整機構40によって例えば室温より高い温度である+37℃に温度調整され、下部電極31の第1開口部37及び第2開口部38から供給されたヘリウムガスにより半導体ウエハ3を裏面から直接温度調整して半導体ウエハ3全面を例えば5℃に均等に設定するようにしてある。この場合、ヘリウムガスは下部電極31から半導体ウエハ3への熱伝達媒体としてのきのよりもむしろ半導体ウエハ3を直接昇温させたり、降温させたりする温度調整機能が優先している。

【0050】次に、動作について説明する。まず、本実施例のエッチング装置を用いてエッチング処理を行なう場合には、処理すべき半導体ウエハ3のエッチング処理に先立って、第1、第2ガス供給手段34、35から供給するヘリウムガスの温度を第1、第2温度調整機構39、40を用いてそれぞれ所定の温度（調整温度が両者で同一温度の場合もあれば、温度差がある場合もある）に設定する。次いで、本実施例の処理方法ではモニター用半導体ウエハ3を下部電極3上に載置した状態で、第1ガス供給手段34から一定流量のヘリウムガスを第1ガス通路32へ供給し、その第1開口部37からモニター用半導体ウエハ3と下部電極3間にヘリウムガスを供給する。これと同時に第2ガス供給手段35からも一定流量のヘリウムガスを第2ガス通路33の第2開口部38を介して供給する。

【0051】これらのヘリウムガスによりモニター用半導体ウエハ3の冷却ムラを実施例1で説明したように抑制できるが、依然としてモニター用半導体ウエハ3全面を均一に冷却することが困難な場合がある。その場合にはモニター用半導体ウエハ3の温度分布を例えば赤外線温度センサによりモニターしながら、マスフローコントローラ34C、35Cを用いて第1、第2ガス供給手段34、35から供給するヘリウムガスの流量に個別に調整し、あるいは第1、第2温度調整機構39、40を用いてヘリウムガスの温度を調整して半導体ウエハ3全面の温度が例えば略5℃になる流量あるいは温度を探す。この際、半導体ウエハ3の温度が高い部分と低い部分と

の温度差が大きい時には、可変バルブ34Dまたは35Dよりガス圧力を高めるて熱伝達率を大きくするか、エンタルピーの大きな不活性ガス、例えばネオンガスなどを用いて熱輸送能力を高めるか、あるいは第1、第2温度調整機構39、40によりヘリウムガス温度を調整するなどして、短時間で温度を平均化することができる。また、場合によっては吸熱反応を起こすガス例えば窒素ガスと酸素ガスを第1、第2ガス供給手段34、35から供給し、第1、第2開口部37、38から半導体ウエハ3の裏面に供給された時にそれぞれのガスが吸熱反応を起こし、半導体ウエハ3から積極的に熱を奪い、温度を迅速に下げるようにしても良い。そして、全面が均一な温度になった時点でのヘリウムガスの流量及び第1、第2温度調整機構39、40によるヘリウムガスの調整温度の設定条件を図示しない制御装置の記憶装置に設定登録しておく。このようにして半導体ウエハ3表面の温度を略均一にした後、エッチング処理を開始する。

【0052】エッチング処理を行なう場合にはまず、下部電極31上に処理すべき半導体ウエハ3を載置した状態で上部電極からエッチングガスとして、例えば、トリフルオロエタン(C<sub>2</sub>HF<sub>3</sub>)と一酸化炭素(CO)の混合ガス(混合比:C<sub>2</sub>HF<sub>3</sub>/CO=45/155)を例えば200sccmの流量で処理室1内へ供給し、エッチングガスのガス圧力を例えば $4 \times 10^{-2}$ Torrの真空度に設定する。次いで、下部電極31に13.56MHzの高周波電圧を1450Wで印加しエッチングガスを介して下部電極31と上部電極(図4では図示せず)間で真空放電させるとこれら両者間でエッチングガスがプラズマ化し、主としてその反応性イオンによって半導体ウエハ3に異方性エッチングを施す。このエッチングにより半導体ウエハ3の温度が上昇するが、下部電極31内の冷媒通路37を流通する液化窒素により下部電極31を冷却しているため、この下部電極31を介して半導体ウエハ3を冷却してその温度上昇を抑制する。

【0053】本実施例では、第1、第2開口部37、38から供給されるヘリウムガスは単に上部電極31から半導体ウエハ3への熱伝達率を高めるだけでなく、同一または異なった温度に調整されたヘリウムガスにより半導体ウエハ3外周縁部及びその内側で熱を付与しあるいは熱を奪ってそれぞれの部分の温度を積極的に所定の温度である5℃に調整する。より具体的には、半導体ウエハ3の温度が5℃より高い外周縁部には大きな流量でヘリウムガスを供給してガス圧力を高くして熱伝達率を上げて冷却効率を高めてその部分の温度を5℃まで下げ、半導体ウエハ3の設定温度である5℃より内側部分には小さな流量でヘリウムガスを供給して低いガス圧力で冷却効率を外周縁部よりも低下させてその部分の温度を5℃まで上げて半導体ウエハ3全面の温度を5℃に平均化する。また、場合によっては第1、第2温度調整機構39、40により第1、第2開口部37、38から供給す

るヘリウムガスの温度を調整して半導体ウエハ3全面の温度を5℃に平均化する。尚、吸熱反応を用いる方法は、第1開口部37と第2開口部38の間で周囲より高い温度分布を示す場合に有効である。

【0054】以上説明したように本実施例によれば、下部電極31内に第1、第2ガス通路32、33を設けると共に第1、第2ガス通路32、33を第1、第2開口部37、38を介して下部電極31上面の外周縁部及びその内側の複数箇所それぞれ開口させ、例えばヘリウムガスを第1、第2ガス供給手段34、35から第1、第2ガス通路32、33へ個別に供給し、このヘリウムガスを第1、第2ガス通路32、33を経由させて第1、第2開口部37、38を介して下部電極31上面の外周縁部及びその内側の複数箇所から個別に半導体ウエハ3と下部電極31間の細隙に行き渡らせるようにしたため、ヘリウムガスにより半導体ウエハ3と下部電極31間の熱伝達率が高まると共に、半導体ウエハ3の温度の高い部分ではヘリウムガスの流量を高くしてその温度を低下させ、温度の低い部分ではヘリウムガスの流量を低くしてその温度を高くすることにより半導体ウエハ3全面の温度を均一化することができ、延いては半導体ウエハ3面内での温度分布を解消して半導体ウエハ3全面に均一なエッチングを施すことができる。また、ヘリウムガス流量の調整だけでは半導体ウエハ3の温度を迅速に温度調整できない場合には第1、第2温度調整機構39、40を用いることにより迅速に半導体ウエハ3の温度を均一化することができる。従って、本実施例のエッチング装置及びプラズマ処理方法は、半導体ウエハ3の中心を通る断面において例えば外周縁部の温度が高くその内側の温度が低い、M状の温度分布を呈する場合にでも、下部電極31上に載置された半導体ウエハ3を予め温度調整してその全面の温度を均一にした後、本来の処理を行なうようにしたため、本来の処理時には被処理体の面内での温度分布を確実に抑制することができ、安定したエッチングを施すことができる。

【0055】実施例3. 本実施例のエッチング装置は、図7に示すように、実施例2のエッチング装置の第2ガス供給手段をガス排気手段として用い、ヘリウムガスのガス圧を排気側で検出するようにしてある以外は、実施例1に準じて構成されている。即ち、本実施例のエッチング装置の下部電極51内には、図7に示すように熱伝導性に優れた熱伝導性ガスが流通する第1ガス通路及び第2ガス通路としてガス通路52及びガス排出通路53が形成され、しかもガス通路52及びガス排出通路53は図5に示すように下部電極51の上面の複数位置で開口している。また、ガス通路52にはガス供給手段54が接続され、ガス排出通路53にはガス排気手段55が接続され、ガス供給手段54からヘリウムガスをガス通路52へ供給し、このヘリウムガスを排気手段55によってガス排出通路53を介して排気するように構成され

ている。

【0056】上記ガス供給手段54は、ヘリウムガスが充填されたポンベ54Aと、ポンベ54Aとガス通路52を連結する、例えばステンレス、インコネル等のニッケル合金により形成された配管54Bと、配管54Bに取り付けられ、ヘリウムガスの流量を制御するマスフローコントローラ54Cと、マスフローコントローラ54Cの下流側に取り付けられた、可変バルブ54Dとを備えて構成されている。一方、上記ガス排気手段55は、ヘリウムガスを排気する排気装置55Aと、排気装置55Aとガス排出通路53を連結する排気管55Bと、排気管55Bに取り付けられた可変バルブ55Dと、可変バルブ55Dによって調整され、排気管55Bから排気されるガス圧力を検出するガス圧検出手段としての圧力計55Eとを備えて構成されている。また、下部電極51内には実施例1と同様の冷媒通路56が形成され、この冷媒通路56を流れる液化窒素により下部電極51を冷却するように構成されている。また、ガス通路52の開口部57は下部電極51上面の外周縁部に形成され、ガス排出通路53の開口部58は外周縁部の内側に形成されており、それぞれの開口部57、58はいずれも図5で示すものと同様に配置されている。これらの開口部57、58はいずれも実施例2で説明した場合と同様に方法により設定することができる。また、ガス供給手段の配管54Bには実施例2と同様に構成された温度調整機構59が設けられている。

【0057】更に、上記マスフローコントローラ54C及び圧力計55Eはいずれも配線（図7では鎖線で示す）59を介して制御装置60に接続されている。そして、圧力計55Eは検出圧力を電気信号に変換して配線59を介して制御装置60へ送信し、制御装置60は圧力計55Eからの電気信号に基づいた制御信号を配線59を介してマスフローコントローラ54Cへ送信し、マスフローコントローラ54Cを制御するように構成されている。また、制御装置60は可変バルブ54D、55Dに対しても鎖線で示す配線61、62を介して接続され、圧力計55Eの検出電気信号に基づいてバルブの開度を調整し、ヘリウムガスなどの圧力を調整できるように構成されている。

【0058】次に、動作について説明する。まず、本実施例のエッチング装置を用いてエッチング処理を行なう場合には、モニター用半導体ウエハ3のエッチング処理に先立って、ガス供給手段54から供給するヘリウムガスの温度を温度調整機構59を用いて実施例2における手順に準じてモニター用半導体ウエハ3を用いて所定の温度に設定する。実施例2の場合との相違点は第2ガス供給手段に代えてガス排気手段55を用いている点にある。

【0059】つまり、本実施例ではガス供給手段54から一定流量のヘリウムガスをガス通路52へ供給し、そ

の開口部57からモニター用半導体ウエハ5と上部電極3間にヘリウムガスを供給する。これと同時にガス排気手段55からヘリウムガスをガス排気通路53の開口部58を介して排気してモニター用半導体ウエハ3と下部電極51間の細隙で外周縁部からその内側へ向かうガス流を作る。この際、下部電極51とモニター用半導体ウエハ5間の細隙におけるヘリウムガスの圧力を圧力計55Dにより検出し、その検出電気信号を制御装置60へ送信し、制御装置60を介してマスフローコントローラ54Cを制御して最適なガス流量を得る。このように流量調整されたヘリウムガスによりモニター用半導体ウエハ3の温度を調整し、その全面で温度分布を抑制する。また、必要に応じて圧力計55Dからの検出電気信号に基づいて可変バルブ54D、55Dの開度を調整してヘリウムガス圧力を調整する。そして、この時のヘリウムガスの温度などを制御装置60の記憶装置に設定登録しておく。このようにしてモニター用半導体ウエハ3表面の温度を略均一にした後、本来のエッチング処理を開始する。

【0060】本実施例では、モニター用半導体ウエハ3と下部電極51間の細隙を介して開口部57から開口部58に至るヘリウムガスの流れを作り、ヘリウムガスが開口部57から開口部58に流れる間に下部電極51からモニター用半導体ウエハ3への熱伝達率を高めるだけでなく、ヘリウムガスによりモニター用半導体ウエハ3の温度を調整し、その温度分布を積極的に調整して温度分布を積極的に解消することができ、実施例2に準じた作用効果を期することができる。この際、モニター用半導体ウエハ3の温度が高い部分と低い部分との温度差が大きい時には、実施例2と同様にエンタルピーの大きな不活性ガスを用いて熱輸送能力を高めることによりモニター用半導体ウエハ3全面の温度を短時間で平均化することができる。

【0061】以上説明したように本実施例によれば、下部電極51内にガス通路52及びガス排出通路53を設け、ガス供給手段54から供給されるヘリウムガスの温度を温度調整機構59により温度調整した後、そのヘリウムガスをガス通路52の開口部57を介して下部電極31上面の外周縁部へ供給し、開口部58及びガス排出通路53を介してガス排気手段55により排気してモニター用半導体ウエハ3と下部電極51間でヘリウムガスの流れを作ってモニター用半導体ウエハ3の温度を調整するようにしたため、モニター用半導体ウエハ3に温度分布があってもヘリウムガスによりモニター用半導体ウエハ3の温度を積極的に調整してその全面の温度を均一化することができ、延いては本稼動時には半導体ウエハ3全面に均一なエッチングを施すことができる。従って、本実施例のエッチング装置及びエッチング方法は、半導体ウエハ3の中心を通る断面において例えば凸状の温度分布を呈する場合に有効である。また、本実施例で

は、温度調整用のヘリウムガスの圧力を排気側の圧力計55Eによって検出してモニターするようにしたため、モニター用半導体ウエハ3と下部電極51間の圧力をガス供給側に圧力計を設けた場合よりも正確に検出することができ、細隙のヘリウムガスの圧力をより正確に監視することができる。

【0062】尚、上記実施例1では半導体ウエハ3を静電チャック8により下部電極4上に固定する場合について説明したが、半導体ウエハ3をクランプによって固定するようにしたものであっても良い。また、実施例2、3ではそれぞれの下部電極を示す図において静電チャックを省略して説明したが、これら実施例でも実施例1と同様に静電チャックが設けられており、これらの静電チャックにはそれぞれの下部電極31、51の開口部に対応した孔が設けられている。また、上記各実施例では、上下で対をなす上部電極及び下部電極を例に挙げて説明した、本発明における第1、第2電極は上下で対向する以外にも左右で対向する電極対についても適用することができる。また、上記各実施例ではエッチング装置を例に挙げて説明したが、本発明の処理装置はエッチング装置に制限されるものでなく、その他のプラズマCVD装置、プラズマアッシング装置等の処理装置についても同様に適用することができる。

#### 【0063】

【発明の効果】以上説明したように本発明の請求項1に記載の発明によれば、被処理体とこれを支持する第1電極間の細隙にヘリウムガス等の熱伝導性ガスを供給しながら被処理体を冷却するようにしたため、被処理体とこれを保持する第1電極間の接触不良による冷却ムラを抑制し、被処理体全面を万遍無く均一に冷却し被処理体の面内での温度分布を抑制し、安定したプラズマ処理を施すことができる処理装置を提供することができる。

【0064】また、本発明の請求項2に記載の発明によれば、第1電極と被処理体間の細隙にヘリウムガス等の熱伝導性ガスを供給すると共に、被処理体と第1電極上面の外周縁部の細隙に介在する熱伝導性ガスの圧力をその内側の細隙に介在する熱伝導性ガスの圧力よりも高く設定するようにしたため、処理中に被処理体の外周縁部の温度がその内側よりも高くなるような場合であっても、被処理体の外周縁部をその内側よりも強く冷却し、しかも被処理体とこれを保持する第1電極間の接触不良による冷却ムラを抑制し、被処理体全面を万遍無く均一に冷却し被処理体の面内での温度分布を抑制し、安定したプラズマ処理を施すことができる被処理体温度の制御方法を提供することができる。

【0065】また、本発明の請求項3に記載の発明によれば、請求項2に記載の発明において、上記第1電極外周縁部及びその内側と被処理体間の圧力をそれぞれ5～30Torr及び5～10Torrに制御することにより、被処理体の外周縁部をその内側よりも強く冷却することがで

き、被処理体の外周縁部がその内側よりも高温になるような場合であっても被処理体全面の温度分布を均して被処理体全面に均一なプラズマ処理を施す被処理体温度の制御方法を提供することができる。

【0066】また、本発明の請求項4に記載の発明によれば、第1電極内にその支持面の外周縁部及びその内側それぞれの複数箇所て開口する第1、第2ガス通路を設け、第1、第2ガス通路それぞれに熱伝導性ガスを供給する第1、第2ガス供給手段を接続したため、例えば、特に被処理体の温度が外周縁部が高くその内側の温度が低い場合には外周縁部への熱伝導性ガスの供給量をその内側の供給量より大きくして外周縁部での熱伝達率をその内側よりも高くして被処理体の外周縁部をその内側より速く冷却することができ、逆に内側を外周縁部の温度まで高める場合には、内側での熱伝導性ガスの供給量を大きくすれば同様に内側を外周縁部より速く加熱することができ、被処理体とこれを支持する電極間の接触不良による冷却ムラや加熱ムラを抑制し、被処理体全面を万遍無く均一に温度調整し被処理体の面内での温度分布を抑制し、安定したプラズマ処理を施すことができる処理装置を提供することができる。

【0067】また、本発明の請求項5に記載の発明によれば、請求項1または請求項4に記載の発明において、上記第1、第2ガス供給手段は、同一または異なった熱伝導性ガスを供給するガス供給源を備えているため、第1、第2ガス供給手段から同一の熱伝導性ガスを供給する場合にはガス源を簡素化することができ、また、異なった熱伝導性ガスを供給する場合には各熱伝導性ガスのエンタルピーの違いにより同一流量でも温度調整に差を付けることができ、またガス種によっては熱伝導性ガス間の吸熱反応あるいは、発熱反応により冷却能力あるいは加熱能力を高める処理装置を提供することができる。

【0068】また、本発明の請求項6に記載の発明によれば、第1電極内にその支持面の外周縁部及びその内側それぞれの複数箇所て開口する第1、第2ガス通路を設け、外周縁部の第1ガス通路に熱伝導性ガスを供給するガス供給手段を接続すると共に、内側の第2ガス通路に熱伝導性ガスを排気するガス排気手段を接続したため、特に被処理体の内側の温度が高い場合あるいは低い場合には内側の温度を外周縁部の温度に合わせることができ、被処理体とこれを支持する電極間の接触不良による冷却ムラや加熱ムラを抑制し、被処理体全面を万遍無く均一に温度調整し被処理体の面内での温度分布を抑制し、安定したプラズマ処理を施す処理装置を提供することができる。

【0069】また、本発明の請求項7に記載の発明によれば、請求項6に記載の発明において、上記ガス排気手段は、第2ガス通路から排気される熱伝導性ガスのガス圧力を検出するガス圧検出手段を備えているため、ガス圧検出手段をガス供給手段側に設けるよりも第1電極と

被処理体間の熱伝導性ガスのガス圧力を正確に検出する処理装置を提供することができる。

【0070】また、本発明の請求項8に記載の発明によれば、第1電極にその内部からその支持面の外周縁部及びその内側それぞれの複数箇所へ開口する第1、第2ガス通路を設ける際に、第1電極の支持面により被処理体を支持し、第1電極を介して被処理体を所定の温度に設定し、所定の温度に設定された被処理体の温度分布を検出した後、被処理体の温度分布に即して第1電極の支持面の外周縁部及びその内側それぞれの複数箇所に第1、第2ガス通路の各開口部をそれぞれ設定するようにしたため、第1電極の第1、第2ガス通路の開口部から被処理体の温度分布に即して熱伝導性ガスを第1電極と被処理体間に供給できるため、これら両者間の接触不良による冷却ムラや加熱ムラを抑制し、被処理体全面を万遍無く均一に温度調整し被処理体の面内での温度分布を抑制し、安定したプラズマ処理を施す処理装置の製造方法を提供することができる。

【0071】また、本発明の請求項9に記載の発明によれば、プラズマ処理に先立って、被処理体を第1電極により支持した状態で、第1電極の支持面の外周縁部の複数箇所から開口する第1ガス通路を介して熱伝導性ガスを供給すると共に、第1電極支持面の外周縁部より内側の複数箇所から開口する第2ガス通路を介して熱伝導性ガスを供給しあるいは排気しながら被処理体の温度分布を検出し、その時の被処理体の温度分布に即して第1、第2ガス通路での熱伝導性ガスの流量を調整するため、第1電極により支持された被処理体を予め温度調整してその全面の温度を均一にした後、本来の処理を行なうようにしたため、本来の処理時には被処理体とこれを保持する電極間の接触不良による冷却ムラや加熱ムラを抑制し、被処理体全面を万遍無く均一に温度調整し被処理体の面内での温度分布を確実に抑制し、安定したプラズマ処理を施す被処理体の処理方法を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の処理装置の一実施例を示す断面図である。

【図2】図1に示す処理装置から取り出した下部電極の上方からの平面図である。

【図3】図2に示す下部電極の一部を拡大して示す断面図である。

【図4】本発明の処理装置の他の実施例の下部電極の構成を示す概念図である。

【図5】図4に示す下部電極の上方からの平面図である。

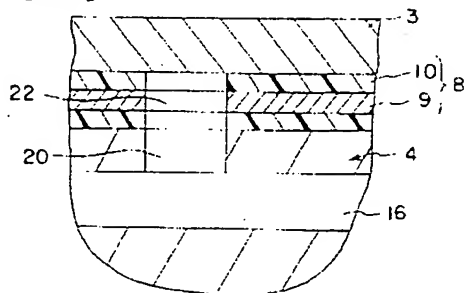
【図6】図4に示す処理装置に用いられる温度調整機構の構成の一部を示す配管の断面斜視図である。

【図7】本発明の処理装置の更に他の実施例の下部電極の構成を示す概念図である。

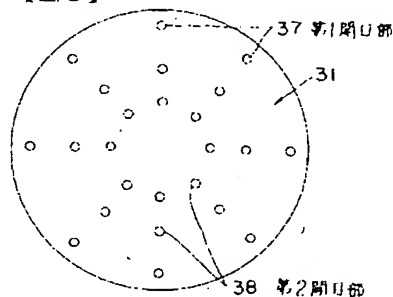
#### 【符号の説明】

- 1 処理室
- 3 半導体ウエハ（被処理体）
- 4 下部電極（第1電極）
- 5 冷媒通路
- 8 静電チャック
- 13 上部電極（第2電極）
- 15 第1ガス通路
- 16 第2ガス通路
- 17 第1ガス給排手段
- 18 第2ガス給排手段
- 19 第1開口部（開口）
- 20 第2開口部（開口）
- 31 下部電極（第1電極）
- 32 第1ガス通路
- 33 第2ガス通路
- 34 第1ガス供給手段
- 35 第2ガス供給手段
- 51 下部電極（第1電極）
- 52 第1ガス通路
- 53 第2ガス通路
- 54 ガス供給手段
- 55 ガス排気手段
- 55E 圧力計（ガス圧検出手段）

【図3】



【図5】







フロントページの続き

(72)発明者 西川 浩  
東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京  
エレクトロン株式会社内

(72)発明者 土屋 一雄  
東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京  
エレクトロン株式会社内